

La evolución de la investigación en el IEO de Vigo en el cultivo de especies marinas: desde el rodaballo hasta la centolla y la merluza.

José Iglesias

Instituto Español de Oceanografía

Apartado 1552. 36200 Vigo

E-mail: jose.iglesias@vi.ieo.es

Introducción



En el año 1986 se inauguran en Cabo Estay las nuevas instalaciones del IEO (Instituto Español de Oceanografía) de Vigo (Fig.1). La infraestructura disponible cuenta con dos edificios, uno general, de 4 pisos, en los que se albergan los equipos de Pesquerías, Mareas Rojas, Contaminación y Medio Marino y otro dedicado exclusivamente a la investigación sobre el cultivo de especies marinas.

Esta planta de cultivos de Vigo se diseñó con el fin de realizar tres grandes líneas de actuación:

- ❖ Investigar, a escala semiindustrial, la viabilidad del cultivo de especies (inicialmente peces), de máximo interés para el desarrollo de la Acuicultura Marina en Galicia.
- ❖ Transferir la tecnología investigada a las empresas interesadas del sector, con el fin de potenciar la piscicultura marina a escala industrial.
- ❖ Desarrollar proyectos coordinados con universidades u otros centros de investigación, con el fin de realizar una investigación multidisciplinar (zootécnica de cultivos complementada con patología, histología, genética, etc.).

Los criterios que se tuvieron en cuenta a la hora de seleccionar una especie en acuicultura se basaron en que presentase unas favorables características biológicas (crecimiento, fecundidad y maduración en cautividad), tecnológicas (índices de conversión apropiados, ciclo de cultivo integral conocido) y de mercado (descenso de las capturas comerciales, amplitud de mercado, alto valor comercial y disponibilidad anual) que, junto

con la obtención de un coste de producción reducido, pudiese competir con las especies procedentes de la pesca.

El hecho de haber seleccionado a los peces como primera actividad de investigación se basó en dos causas fundamentales. Por un lado, ya existía en el IEO de A Coruña un equipo de investigación consolidado, que desarrollaba investigación sobre moluscos bivalvos y por otro, se consideró que la Piscicultura Marina podría constituir una alternativa de futuro para la diversificación de los cultivos marinos existentes en Galicia, dedicados casi exclusivamente en aquella época al cultivo de Moluscos.

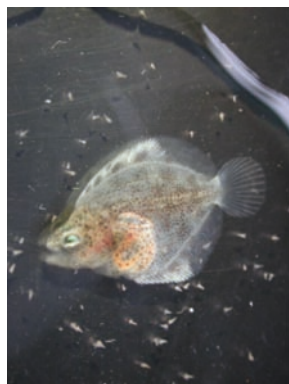
Fue, en ese momento, la primera planta de cultivos de peces de la Comunidad Autónoma de Galicia y por circunstancias de la vida, es hoy por hoy, de nuevo la única planta de cultivos marinos de peces, perteneciente a un centro oficial de investigación, existente en nuestra región.

El rodaballo, *Psetta maxima*

El primer proyecto de investigación subvencionado por el IEO en Vigo, se inicia en 1982 y tiene por título: “Investigación sobre la viabilidad del cultivo de peces planos”. El objetivo consistió en seleccionar especies de máximo interés para el cultivo en Galicia y analizando los factores biológicos, comerciales y de mercado señalados anteriormente, se seleccionó al rodaballo para ser la primera especie marina candidata a ser cultivada a escala industrial.

Posteriormente en el periodo 1984 a 1986 se consigue además una primera subvención de la CAYCIT para el rodaballo en Galicia. Este proyecto se centró en dos tipos de actividades principales:

Por un lado la obtención de puestas en cautividad, manteniendo en las antiguas dependencias del IEO en Orillamar un stock de hembras maduras y utilizando machos de la lonja de Vigo para la obtención de esperma. Fertilizando de forma artificial en seco los óvulos maduros, se iniciaron de esta forma los procesos de incubación y cultivo larvario. Las primeras puestas de rodaballo en cautividad en Galicia se consiguieron en el mes de abril del año 1984 y la primera comunicación al ICES fue en el año 1985 (Iglesias *et al.* 1985).



La otra faceta del proyecto se desarrolló en Baiona, en la sede de la cetárea Puerta Oviedo, donde fueron estabulados 300 juveniles de rodaballo para conocer el crecimiento de la especie en Galicia hasta alcanzar el tamaño comercial. Los primeros resultados de crecimiento del rodaballo en Galicia, publicados por un centro oficial de investigación se plasmaron

en la revista científica *Marine Biology* (Iglesias *et al.* 1987) y esos datos fueron la fuente de referencia imprescindible utilizadas por estudios e iniciativas de compañías privadas posteriores realizadas en Galicia sobre el cultivo de la especie. Estos ejemplares, estabulados en Baiona antes de inaugurar en 1986 las nuevas instalaciones del IEO, constituyeron además el primer stock de reproductores que fue trasladado a las dependencias de Cabo Estay.

Paralelamente a este proyecto, en los años 1983 y 1984, dos pioneros en sector industrial del rodaballo: Alfredo Fernández y Sergio Devesa, proponen al IEO llevar a cabo un seguimiento del mantenimiento de los primeros juveniles que serían engordados a escala industrial de rodaballo. Se acondicionan inicialmente en las instalaciones del Plan Marisquero de Galicia en Vilanova de Arousa (actual CIMA) y se muestrean mensualmente hasta desplazarlos a su sede definitiva en O Grove: la antigua Insuiña S.L., empresa pionera en Galicia en piscicultura marina de rodaballo.

También el IEO de Vigo tuvo mucho que ver con la otra empresa de cultivo de rodaballo instalada en Galicia: Cultípec S.L., en O Grove, fue la primera empresa que se plantea para cubrir el ciclo de cultivo completo, con sus fases de criadero y de engorde. Se



diseño en base a las directrices señaladas por técnicos del IEO y no sólo eso, sino que los primeros biólogos encargados de la empresa fueron también becarios del IEO.

Posteriormente, sucesivos proyectos coordinados de desarrollo del cultivo de rodaballo, tales como el estudio del estado nutricional de las larvas (Proyecto FAR-UE), patología con la Universidad de Santiago, utilización de un pienso seco con la empresa Ewos (proyecto CDTI), el diseño de jaulas flotantes en la Bahía de Baiona o el proyecto actual de genética, dirigido a la producción de rodaballos estériles y poblaciones todo hembras de mayor crecimiento, fueron completando el abanico del cultivo de esta especie en Galicia.



Si hace 30 años no existía ninguna granja de cultivos de rodaballo en Galicia y hoy se producen más de 5 mil Tm procedentes del sector de la acuicultura, el IEO, sin duda, ha jugado un importante papel en la fase inicial de ese proceso.

Marcado de juveniles de rodaballo y repoblación



Con los excedentes de la producción de juveniles de la planta de cultivos del IEO de Vigo, se inicia en el año 1989 un proyecto europeo para establecer las bases para futuros programas de repoblación: “Evaluation of stock enhancement of marine flatfish. AIR2-CT94-1732”. El proyecto consistió por un lado en conocer la distribución, la supervivencia y la alimentación de juveniles de rodaballo cultivados liberados en la ría de Vigo, determinando además qué porcentaje de recapturas se podría obtener.

Por otro, se analizó la edad mínima óptima de suelta de los ejemplares liberados y se comparó la mortalidad de los ejemplares cultivados con la de los individuos salvajes de la población natural.

Todos estos datos, publicados en las revistas científicas correspondientes (Iglesias y Rodríguez-Ojea 1994 e Iglesias *et al.* 2004b) han servido en parte de referencia para el actual plan de repoblación del rodaballo de la Consellería de Pesca de la Xunta de Galicia.

El Besugo, *Pagellus bogaraveo*

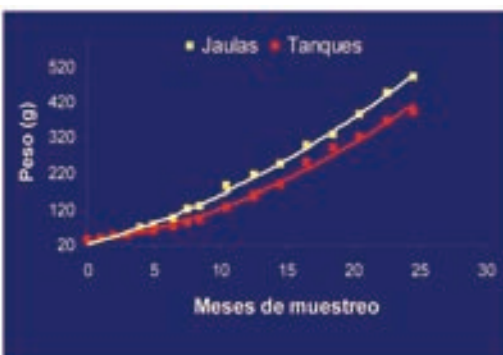
Fue en la década de 1990 cuando el IEO decidió analizar la viabilidad de otras especies de peces marinos, para servir de complemento al cultivo de rodaballo y diversificar el rango de especies marinas cultivables.

Se analizaron durante este periodo especies como el sargo, el aligote, el salmonete y el abadejo, concluyéndose en base a los datos de crecimiento y supervivencia que el besugo debería ser la segunda especie prioritaria para ser cultivada.

Para poder disponer de los conocimientos tecnológicos necesarios para desarrollar el cultivo integral en cautividad, eran en esa época los centros públicos de investigación los que desarrollaban proyectos dirigidos a analizar la viabilidad del cultivo de especies de interés para el sector acuicultor.

Esta situación se dio en el caso del besugo, *Pagellus bogaraveo*, que habiéndose realizado en la década citada de los 90 la investigación previa en el Centro Oceanográfico de Vigo del IEO, posteriormente y por medio de un proyecto I+D coordinado con la empresa Luso Hispana de Acuicultura, perteneciente al grupo Isidro de la Cal, se alcanzó su definitiva consolidación a escala industrial. Se producen anualmente unas 200 t de besugo, que se distribuyen el 60 % en grandes áreas y el 40% restante dirigido a la hostelería (Breton, 2005). Luso Hispana es hoy por hoy la única empresa española que produce industrialmente esta especie. El stock de reproductores exige unas condiciones especiales para poder obtener puestas viables, pero la tecnología del cultivo larvario y el engorde en cautividad, tanto en tanques como en jaulas flotantes, se encuentra bien desarrollada (Peleteiro *et al.* 2000).

El IEO, seleccionó al besugo como segunda especie de interés para ser cultivada en Galicia y la empresa Luso Hispana de Acuicultura puso los primeros ejemplares cultivados en el mercado. Hoy en día el IEO, junto con el CIMA de la Xunta de Galicia vuelve a estar en contacto con el sector industrial, desarrollando actualmente un proyecto de engorde en tanques y jaulas flotantes en colaboración con la cofradía de pescadores de Bueu.



Pulpo, *Octopus vulgaris*



En el año 1995 de nuevo el IEO de Vigo, sin dejar de investigar en el cultivo de peces, plantea por vez primera analizar la viabilidad del cultivo de otros grupos taxonómicos que potencialmente pueden ser candidatos de máximo interés para la diversificación de especies marinas.

Con relación a los moluscos y dejando a parte el cultivo de bivalvos, el pulpo era la que presentaba una mayor

demanda desde el punto de vista industrial y de mercado. Durante muchos años el IEO ha trabajado en proyectos PETRI con cooperativas de pescadores de la ría de Vigo (Samertolameu de Meira-Moaña) y Muxía, comparando el engorde de pulpo en tanques y en jaulas flotantes, estableciéndose los parámetros de cultivo apropiados para su aplicación industrial a pequeña escala (Iglesias y Sánchez, 2007b; Iglesias *et al.* 2007c).

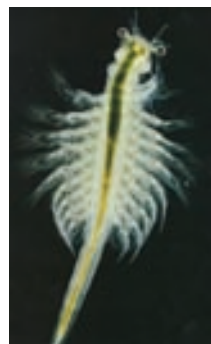
Sin embargo para que el cultivo de esta especie dé el salto de forma definitiva, es necesario un esfuerzo coordinado entre el sector investigador (expertos en zootecnia y en nutrición) y el empresarial (elaboradores de piensos y empresas interesadas en su cultivo a mayor escala). El problema principal reside en la mortalidad observada durante los dos primeros meses de vida y el factor determinante es de carácter nutricional (Iglesias *et al.* 2006 y 2007a). Experimentalmente se ha podido completar el ciclo de cultivo a nivel mundial (Iglesias *et al.* 2003 y 2004a) utilizando Artemia y zoeas de crustáceos vivos; ahora es el momento de desarrollar esta técnica con partículas inertes, que permitan completar el cultivo integral de la especie a escala industrial.



Paralarva



Artemia



Zoea de centolla

Es también necesario elaborar una partícula de 1-2 mm que contenga el componente nutricional existente en las larvas crustáceos, para ser utilizada como complemento a la Artemia adulta utilizada como presa viva en la fase de cultivo de las paralarvas. Otra opción podría ser el elaborar una micropartícula con el mismo componente nutricional que sirva para alimentar a la propia Artemia adulta.

Centolla, *Maja brachydactyla*



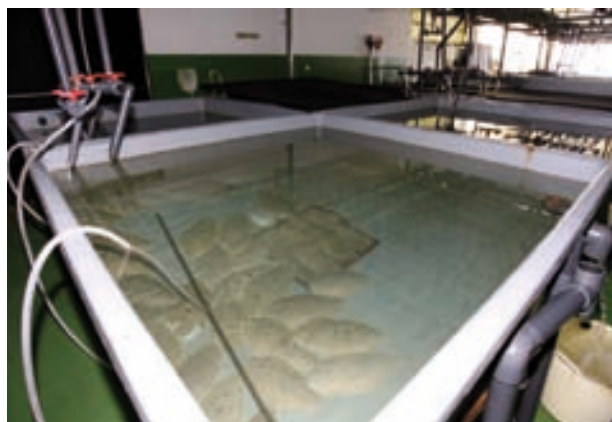
Desde el punto de vista industrial solamente una especie, y no autóctona, ha tenido repercusión a escala industrial en España; es el caso del langostino, *Penaeus japonicus*, que durante años ha producido la empresa Pescanova en el litoral sur español. Actualmente existe un programa en las Rías Gallegas de repoblación del bogavante, *Homarus gammarus*,

llevado a cabo por técnicos de la Xunta de Galicia (López, 2006) y se conocen datos de crecimiento de la especie en Galicia hasta los 7 años (Fuentes *et al.* 2007). Sin embargo, podría plantearse también que otra especie de crustáceo con un mayor crecimiento que el bogavante, pueda cultivarse para ser liberada a las rías con fines de repoblación. Es el caso de la centolla, *Maja brachydactyla*, sobre la cual se han desarrollado muchos estudios sobre su crecimiento (González-Gurriarán *et al.* 1995, Sampedro *et al.* 1999 y 2001, Iglesias *et al.* 2002 a y b), así como resultados favorables de la fase de cultivo larvario (Urcera *et al.* 1993, Iglesias *et al.* 2002 a y b). La investigación del IEO de Vigo llevadas a cabo en un proyecto financiado por

el INIA durante el periodo 2000 a 2003 ha demostrado que en general no presenta problemas graves en su fase de reproducción, los valores de supervivencia larvaria alcanzan el 18% y necesitan un año y medio para alcanzar el tamaño comercial. El problema de su cultivo integral radica fundamentalmente en la fase de asentamiento y cambio de alimentación viva a inerte, que corresponde con el periodo de 20 a 60 días de edad. Sin embargo, si durante ese periodo son trasladadas a un hábitat adecuado controlado ó incluso acotado de las Rías, podría evitarse este problema aparecido bajo condiciones de cultivo.

Actualmente el IEO ha presentado un proyecto TRACE de transferencia de tecnología del cultivo larvario de la centolla al Plan Nacional I+D+I, para engordar los juveniles producidos en el IEO en una batea perteneciente a la Cofradía de pescadores de Cangas, en la ría de Vigo.

Lenguado, *Solea senegalensis*



Con respecto al lenguado senegalés, *Solea senegalensis*, se ha pasado de una producción acuícola extensiva realizada en el sur de España a optimizar su producción en sistemas de cultivo intensivo (Chereguini *et al.* 2003 a, b) o realizar experiencias de engorde en aguas del norte y oeste peninsular (Rodríguez y Souto, 2003). El clúster de Acuicultura

y la empresa Stolt Sea Farm han mostrado gran interés en el desarrollo del cultivo de esta especie y las comunidades autónomas de Galicia, en las que participa el IEO de Vigo y Cantabria participan desde el año 2002 en un proyecto JACUMAR para desarrollar su cultivo en aguas del norte de España. Una de los problemas principales del cultivo de esta especie radica en la obtención de puestas viables a partir de la primera generación F-1. Reducir el periodo de alimentación con artemia y la mortalidad durante el destete constituyen también objetivos de la investigación actual.

Merluza, *Merluccius merluccius*

Otro caso semejante sucede con la merluza *Merluccius merluccius*, que aunque el sector no posee actualmente ningún proyecto I+D dirigido al cultivo de esta especie, se han conseguido por medio de pescas experimentales en un proyecto interno del IEO de Vigo los primeros ejemplares acondicionados a cautividad. El problema principal de esta especie radica en la obtención de ejemplares vivos y posteriormente conseguir su alimentación en cautividad. Actualmente por medio de una red de arrastre, que dispone de un copo diseñado especialmente para mantener el agua en su interior, se pueden alcanzar supervivencias del 35%.



Finalmente, en una campaña realizada en la ría de Vigo en el año 2008 y en la que José Iglesias participa como jefe de campaña (Hernández-Urcera *et al.* 2008), se capturaron más de 1000 ejemplares, de los cuales 540 fueron trasladados al IEO. Ya se ha conseguido que 140 ejemplares se alimenten inicialmente de pescado vivo y posteriormente congelado, cosa que no se había

logrado en experiencias previas realizadas con la merluza europea. Queda ahora determinar si las tasas de crecimiento y las supervivencias anuales alcanzadas en cautividad, puedan ser rentables como para incluir a esta especie como nueva candidata para la diversificación. También es probable que en el año 2009 se puedan obtener las primeras puestas de la merluza europea obtenidas bajo condiciones de cultivo.

Temas de debate

Los gobiernos nacionales y autonómicos deberían responder a unas preguntas de máximo interés para la Acuicultura Marina.

En primer lugar: En base a la continua disminución de los stocks de las poblaciones pesqueras explotadas, ¿Es necesario potenciar la investigación en Acuicultura?

Por otro lado, ¿Es necesario desarrollar un esfuerzo investigador de I+D+I en analizar la viabilidad de nuevas especies o sería mejor dirigir los fondos nacionales y autonómicos a potenciar los cultivos ya existentes?

Y finalmente, en caso de apoyar la diversificación, ¿Como debería ensamblarse técnica y económicamente al sector investigador y empresarial para llevar a cabo esta actividad? ¿Es necesario que el sector empresarial se implique más en proyectos I+D con financiación propia? ¿Deberían los centros de investigación estudiar las especies seleccionadas por el sector industrial?

Agradecimientos

Toda esta labor de investigación, contactos con el sector, transferencia tecnológica y en definitiva divulgación del conocimiento científico ha sido posible gracias al esfuerzo personal y colectivo del equipo de investigación creado en el IEO de Vigo, desde la década de los ochenta, en el área de acuicultura marina.

Mercedes Olmedo, José Benito Peleteiro, Francisco Javier Sánchez, Rafael Forés, Rosa Cal, Blanca Álvarez-Blázquez, Castora Gómez, Juan José Otero, Covadonga Moxica, Lidia Fuentes, Maria Jesús Lago y Jorge Hernández, han sido colegas, compañeros, amigos y pilares importantes de todos los logros alcanzados.

Bibliografía

- Breton, J.A. 2005. Besugo, control de la producción y consolidación de mercados. IPAC. *Acuicultura N° 2*: 1-2 pp.
- Chereguini, O. y Diez, J. 2003, a. Experimental weaning of *S. senegalensis* in Cantabria. *Libro de Abstract IX Congr. Nac. de Acuicultura*. Cádiz. 423 pp.

- Chereguini, O.; Diez, J. & De la Hera 2003b. First results of rearing *S. senegalensis* larvae in Cantabria. *Libro de Abstract IX Congr. Nac. de Acuicultura*. Cádiz. 424 pp.
- Fuentes, L.; Cordeiro, G. y Iglesias, J. (2007). Crecimiento y ciclo de mudas en cautividad del bogavante *Homarus gammarus* (Linnaeus, 1758) hasta los 7 años de edad. *Libro de Actas del XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Sesión Temática de Diversificación: 563-566. Sept. 2007 Vigo.
- González-Gurriarán, E.; Freire, J.; Parapar, J.; Sampedro, M.P. & Urcera, M. 1995. Growth and moulting of the spider crab, *Maja squinado* (Herbst) (Decapoda: Majidae).in experimental conditions: implications for juvenile life history. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*. 189: 183-203
- Hernández-Urcera, J.; Lago, M.J.; Iglesias, J.; Sánchez, F.J. y Cal, R. 2008. Obtención de un stock de reproductores de merluza europea, *Merluccius merluccius* L.: Captura, transporte y estabulación. *XI Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas*. O Grove. Octubre 2008.
- Iglesias, J.; Olmedo, M. y Otero, J.J.1984. Fisiología experimental de la platija (*Platichthys flesus* L.): ración alimentaria, respiración y reproducción. *Actas del IV Simposio Ibérico de Estudos do Benthos Marinho*. Lisboa. Vol III: 9-22.
- Iglesias *et al.* 1985. Ongrowing of turbot in the Ria de Vigo. ICES. *Committee of Mariculture* C.M./F:36
- Iglesias, J.; Olmedo, M.; Otero, J.J.; Peleteiro, J.B. & Solórzano M.R. 1987. Growth under laboratory conditions of turbot (*Scophthalmus maximus*) from the Ría de Vigo (NW Spain). *Journal of Marine Biology*. Volumen 96: 11-17.
- Iglesias, J. & Rodríguez-Ojea 2004. Fitness of hatchery-reared turbot (*Scophthalmus maximus*) for survival in the sea: First year results on feeding, growth and distribution. *Aquaculture and Fisheries Management*. 25(1): 179-188. (1994)
- Iglesias *et al.* 2002a. Datos preliminares sobre el cultivo de larvas y juveniles de centolla *Maja squinado* Herbst, 1788) en el Centro Oceanográfico del Instituto Español de Oceanografía. *Boletín del I.E.O.* 18 (1-4): 25-30
- Iglesias *et al.* 2002b. Avances sobre el cultivo de la centolla (*Maja esquinado*). *V Foro Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas*. O Grove pp: 59-66.

- Iglesias, J.; Sánchez, F.J.; Otero, J.J. y Moxica, C. 2003. *El cultivo del pulpo (Octopus vulgaris): Situación actual, problemas y perspectivas*: Primer Premio Nacional JACUMAR de Investigación en Acuicultura 2002. Editado por la Secretaría General de Pesca Marítima del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 18 pp.
- Iglesias, J.; Otero, J.J.; Moxica, C.; Fuentes, L.; Sánchez, F.J.; 2004a. The completed life cycle of the octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier) under culture conditions: paralarval rearing using *Artemia* and zoeae, and first data on juvenile growth up to 8 months of age. *Aquaculture International* 12: 481-487.
- Iglesias, J.; Ojea, G.; Otero, J.J.; Fuentes, L. & Ellis, T. 2004b. Comparison of mortality of wild and released reared O-group turbot on an exposed beach (ría de Vigo, NW Spain) and a study of the population dynamics and ecology of the natural population. *Fisheries Management and Ecology*. 9: 1-9.
- Iglesias, J.; Fuentes, L.; Sánchez, F.J.; Otero, J.J.; Moxica, C. & Lago, M.J. 2006. "First feeding of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 paralarvae using *Artemia*: the effect of prey size, prey density and feeding frequency". *Aquaculture*. 261 (2): 817-822.
- Iglesias, J.; Sánchez, F.J.; Bersano, J.G.F.; Carrasco, J.F.; Dhont, J.; Fuentes, L.; Linares, L.; Muñoz, J.L.; Okumura, S.; Roo, J.; Van Der Meer, T.; Vidal, E.A.G. & Villanueva, R. 2007a. Rearing of *Octopus vulgaris* paralarvae: Present status, bottlenecks and trends. *Aquaculture*. 266: 1-15.
- Iglesias, J. y Sánchez, F.J. 2007b. La diversificación en moluscos cefalópodos. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Tomo I: 547-554. Vigo.
- Iglesias, J.; Sánchez, F.J.; Otero, J.J.; Lago, M.J.; Moxica, C.; Fuentes, L. y Martínez, F.J. 2007c. Engorde industrial de pulpo *Octopus vulgaris* en batea en la ría de Vigo. Libro de *Actas del XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Sesión temática de Diversificación: 683-686. Sept. 2007 Vigo.
- Peleteiro, J. B.; Olmedo, M. & Álvarez-Blázquez, B. 2000. Culture of *Pagellus bogaraveo*: Present knowledge, problems and perspectives. *Cahiers Options Méditerranée*. 47:141-151.
- Rodríguez, J.L. y Souto, B.F. 2003. Engorde de lenguado senegalés en Galicia, con temperatura controlada. *Libro de Abstracts del IX Congreso Nacional de Acuicultura*. Cádiz. 407-409.

- Sampedro, M.P.; González-Gurriarán, E.; Freire, J. & Muiño, R. 1999. Morphometry and sexual maturity in the spider crab *Maja squinado* (Decapoda: Majidae) in Galicia, Spain. *Journal of Crustacean Biology*. 19(3): 578-592.
- Sampedro, M.P. 2001. Crecimiento de la centolla *Maja squinado* (Herbst, 1788), (Decapoda: Majidae). *Tesis doctoral* Univ. A Coruña. Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal e Ecoloxía. 162 pp.
- Urcera, M.J.; Arnaiz, R.; Rua, N. y Coa, A. 1993. Cultivo de la centolla *Maja squinado*: Influencia de la dieta en el desarrollo larvario. *Actas IV Congreso Nacional de Acuicultura*. 269-274.